



113  
3/priority  
paper  
P. Oikawa  
4-1-03

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application  
as filed with this Office.

Date of Application : March 9, 2000

Application Number : P2000-064364

Applicant(s) : NIPPON TELEGRAPH  
AND TELEPHONE CORPORATION

March 23, 2001

Commissioner,  
Patent Office                      Kouzou OIKAWA

Number of Certificate: 2001-3022033



113

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 3月 9日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-064364

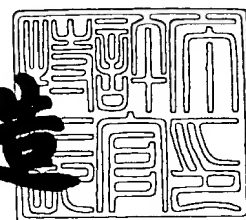
出 願 人  
Applicant (s):

日本電信電話株式会社

2001年 3月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3022033

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH116671

【提出日】 平成12年 3月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B02B 26/00  
B02B 27/00

【発明の名称】 光信号処理装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 才田 隆志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 岡本 勝就

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 瀧口 浩一

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083552

【弁理士】

【氏名又は名称】 秋田 収喜

【電話番号】 03-3893-6221

【手数料の表示】

【支納台帳番号】 014579

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【発明の名称】 明細書

【発明の名称】 光信号処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に、入力用光導波路と、前記入力用光導波路に入力された光を  $N$ （2 以上の整数）に分岐する光分岐手段と、前記光分岐手段の各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与える  $N$  本の光遅延導波路アレイと、前記  $N$  本の光遅延導波路アレイからの各々の光信号を合波する光合波手段と、前記光合波手段の出力ポートに接続された出力用光導波路とを備え、

前記光分岐手段、前記遅延導波路アレイ、および前記光合波手段の少なくともいずれかが光振幅調整手段を備え、前記光合波手段の後の基板上、ないしは前記出力用光導波路の後に光ゲートを備えたことを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 2】 基板上に、入力用光導波路と、前記入力用光導波路に入力された光を  $N$ （2 以上の整数）に分岐する光分岐手段と、前記光分岐手段の各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与える  $N$  本の光遅延導波路アレイと、前記光遅延導波路アレイの各々に設けられた光ゲート手段と、前記  $N$  本の光遅延導波路アレイからの各々の光信号を合波する光合波手段と、前記光合波手段の出力ポートに接続された出力用光導波路とを備え、

前記光分岐手段、前記遅延導波路アレイ、前記光ゲート、および前記光合波手段の少なくともいずれかが光振幅調整手段を備えていることを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 3】 前記請求項 2 に記載の光信号処理装置において、

前記光ゲート手段の後段の前記光遅延導波路アレイの各々に位相調整手段を備えたことを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 4】 前記請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光信号処理装置において、

前記光振幅調整手段によって、前記各光遅延導波路アレイを通った光信号が、前記光合波手段においてそれぞれ異なる強度の比で足し合されるように設定したことを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 5】 前記請求項 3 に記載の光信号処理装置において、

前記遅延光導波路及び入出力用光導波路が石英系光導波路であり、  
 前記位相調整手段が前記各石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータであり、  
 前記振幅調整手段が石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータを具備したマッハツェンダ型干渉計と、これに縦続に接続された薄膜ヒータを具備した位相変調器であることを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 6】 基板上に、入力用光導波路と、前記入力用光導波路に入力された光を  $N$  ( $2$  以上の整数) に分岐する光分岐手段と、前記光分岐手段の各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与える  $N$  本の第 1 の光遅延導波路アレイと、前記第 1 の光遅延導波路アレイの各々に設けられた光ゲート手段と、前記第 1 の光遅延導波路アレイからの光信号を入力とする  $N$  入力  $N$  出力光スイッチと、前記  $N$  入力  $N$  出力光スイッチの各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与える  $N$  本の第 2 の光遅延導波路アレイと、前記第 2 の光遅延導波路アレイからの光信号を合波する光合波手段と、前記光合波手段の出力ポートに接続された出力用光導波路とを備えたことを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 7】 前記請求項 6 に記載の光信号処理装置において、  
 前記第 2 の光遅延導波路アレイの各々に位相調整手段を備えたことを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 8】 前記請求項 7 に記載の光信号処理装置において、  
 前記第 1 及び第 2 の光導波路アレイ、及び前記入出力用光導波路がそれぞれ石英系光導波路であり、

前記位相調整手段が前記各石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータであり、  
 前記振幅調整手段が前記各石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータを具備したマッハツェンダ型干渉計と、これに縦続に接続された薄膜ヒータを具備した位相変調器であり、

前記  $N$  入力  $N$  出力光スイッチが前記各石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータを具備したマッハツェンダ型干渉計であることを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 9】 前記請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の光信号処理装置において、

前記光分岐手段および前記光合波手段のいずれか一方あるいは両方が、多モー

ド干渉光カプラであることを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 1 0】 前記請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光信号処理装置において、

前記入力用光導波路の途中に T E / T M 変換手段を備えたことを特徴とする光信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信の分野において光信号の処理を行うための光信号処理装置に適用して有効な技術である。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

インターネットの爆発的な発展により、通信の主体は音声からデータへと大きく変わりつつある。近い将来には通信路を流れる信号は大部分がパケット化されたデータになると考えられている。これに伴い、光ファイバ通信システムにも、単なる大容量の通信路から、パケット化された光信号を処理できるインテリジェントなネットワークへの進化が求められている。パケット化された光信号を、各光信号の宛先情報に応じて振り分けることができる光ルータは、そのような次世代光通信ネットワークの核となる構成要素である。

【 0 0 0 3 】

光ルータにおいて最も重要なのは、光信号から宛先などの情報を読み取る信号処理装置である。従来、このような宛先情報の読み取りは電子回路により行われていた。

【 0 0 0 4 】

その従来の宛先情報の読み取り装置の概念図を図 1 1 に示す。図 1 1 に示すように、光ファイバ通信路からの光信号（アドレス情報、データ等）は、光タップ装置 1 1 0 により分離され、光・電気変換装置 1 1 1 の光電気変換素子により電気信号に変換される。この変換された電気信号は電子回路 1 1 2 に導かれて、データから宛先情報が抽出され、これに応じて光信号の処理が行われる。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の信号処理装置では光信号を一旦電気に戻して、電子回路で処理を行い、再び光信号を光信号に戻すために、信号処理装置全体の処理速度が電子回路のスピードで制限されるという問題点があった。インターネットを起爆剤として光通信ネットワークへ要求される通信容量は指数関数的に増大しているが、従来のように一旦電気信号に戻して処理を行う方法では、次世代、次々世代の40Gbps, 100Gbpsといった超高速の光通信システムを構築することは不可能である。

## 【0006】

本発明は、このような問題点を解決するために成されたものであり、その目的は、光信号から宛先などの情報を読み取る光信号処理を高速に行うことを可能とする技術を提供することである。

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

本願において開示される発明の概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

## 【0008】

(1) 基板上に、入力用光導波路と、前記入力用光導波路に入力された光をN(2以上の整数)に分岐する光分岐手段と、前記光分岐手段の各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与えるN本の光遅延導波路アレイと、前記N本の光遅延導波路アレイからの各々の光信号を合波する光合波手段と、前記光合波手段の出力ポートに接続された出力用光導波路とを備え、前記光分岐手段、前記遅延導波路アレイ、および前記光合波手段の少なくともいずれかが光振幅調整手段を備え、前記光合波手段の後の基板上、ないしは前記出力用光導波路の後に光ゲートを備える光信号処理装置である。

## 【0009】

(2) 基板上に、入力用光導波路と、前記入力用光導波路に入力された光をN(2以上の整数)に分岐する光分岐手段と、前記光分岐手段の各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与えるN本の光遅延導波路アレイと、前記光遅延導波路アレイの各々に設けられた光ゲート手段と、前記N本の光遅延導波路アレイからの各々の光信号を合波する光合波手段と、前記光合波手段の出力ポートに接続された出力用光導波路とを備え、前記光分岐手段、前記遅延導波路アレイ、前記光ゲート、および前記光合波手段の少なくともいずれか一つに光振幅調整手段を備える光信号処理装置である。

## 【0010】

(3) (2)の光信号処理装置において、前記光ゲート手段の後段の前記光遅延導波路アレイの各々に位相調整手段を備える光信号処理装置である。

## 【0011】

(4) (1)乃至(3)のいずれか1つの光信号処理装置において、前記光振幅調整手段によって、前記各光遅延導波路アレイを通った光信号が、前記光合波手段においてそれぞれ異なる強度の比で足し合されるように設定する。

## 【0012】

(5) (3)の光信号処理装置において、前記遅延光導波路及び入出力用光導波路が石英系光導波路であり、前記位相調整手段が前記各石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータであり、前記振幅調整手段が石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータを具備したマッハツェンダ型干渉計と、これに縦続に接続された薄膜ヒータを具備した位相変調器である。

これらにより、入力された光信号の値を一旦電気信号に変更して処理することなく、光領域でデジタルーアナログ変換することが可能となり、比較的遅い電気装置で高速な光信号を取り扱う光信号処理装置を提供できる。

また、前記光合波手段においてそれぞれ異なる強度の比で足し合されるように設定することにより、光信号の全てのビット内容を認識可能になる。

さらに、前記光遅延導波路アレイに位相調整手段を設けることにより、前記光ゲートにおいて利得(あるいは損失)を調整する際に生じる光の位相シフト量の変化を補償することが可能になる。

## 【 0 0 1 3 】

(6) 基板上に、入力用光導波路と、前記入力用光導波路に入力された光をN(2以上の整数)に分岐する光分岐手段と、前記光分岐手段の各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与えるN本の第1の光遅延導波路アレイと、前記第1の光遅延導波路アレイの各々に設けられた光ゲート手段と、前記第1の光遅延導波路からの光信号を入力とするN入力N出力光スイッチと、前記N入力N出力光スイッチの各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与えるN本の第2の光遅延導波路アレイと、前記第2の光遅延導波路アレイからの光信号を合波する光合波手段と、前記光合波手段の出力ポートに接続された出力用光導波路とを備える光信号処理装置である。

## 【 0 0 1 4 】

(7) (6)の光信号処理装置において、前記第2の光遅延導波路アレイの各々に位相調整手段を備える。

## 【 0 0 1 5 】

(8) (7)の光信号処理装置において、前記第1及び第2の光導波路アレイ、及び前記入出力用光導波路はそれぞれ石英系光導波路である。前記位相調整手段は前記各石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータである。前記振幅調整手段は前記各石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータを具備したマッハツェンダ型干渉計と、これに縦続に接続された薄膜ヒータを具備した位相変調器である。前記N入力N出力光スイッチは前記各石英系光導波路上に形成された薄膜ヒータを具備したマッハツェンダ型干渉計である。

これらにより、電信号に変換することなく、入力されて時間多重された光信号のスロットを入れ替えるなどの処理が可能となり、光領域で高速な光信号を取り扱う光信号処理装置を提供できる。

## 【 0 0 1 6 】

(9) (1)乃至(8)のいずれか1つの光信号処理装置において、前記光分岐手段および前記光合波手段のいずれか一方あるいは両方が、多モード干渉光カプラである。

これにより、小型で安定な光信号の分岐、合波を行うことが可能になる。

## 【 0 0 1 7 】

(10) (1) 乃至 (9) のいずれか 1 つの光信号処理装置において、前記入力用光導波路の途中に TE/TM 変換手段を備える。

これにより、前記光遅延導波路アレイが複屈折を有している場合にも、装置全体としては偏波依存性のない動作を実現することが可能になる。

## 【 0 0 1 8 】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

## 【 0 0 1 9 】

## (第 1 実施形態)

図 1 に本発明の第 1 実施形態に係る光信号処理装置の構成を示す。

図 1 に示すように、第 1 実施形態の光信号処理装置は、基板 10 上に、入力用光導波路 11 と、入力光信号を  $N$  (ここでは 5) に分岐する多モード干渉光カプラ 12 と、遅延が  $\Delta\tau$  ずつ異なる光遅延導波路アレイ 13 と、光遅延導波路アレイ 13 に備えられた光振幅調整部 14 と、 $N$  の光信号を合波する多モード干渉光カプラ 15 と、その多モード干渉光カプラ 15 の出力ポートに接続された光ゲート 16 と、出力用光導波路 17 とを備える。

## 【 0 0 2 0 】

ここで、入力用光導波路 11、光遅延導波路アレイ 13、及び出力用光導波路 17 は、例えば、石英系の光導波路を用いる。

## 【 0 0 2 1 】

光ゲート 16 としては、半導体光スイッチ、導波路型非線形ループミラー、誘電体光スイッチなどを用いることができ、また他の光スイッチを用いることもできる。

## 【 0 0 2 2 】

また、光振幅調整部 14 としては、図 2 に示すように、石英系の遅延光導波路を用いる。薄膜ヒータ 40 を用いて熱光学効果を利用したマッハツェンダ型光スイッチ 41 と、熱光学効果を利用した位相変調器 (薄膜ヒータ 40) を組み合わせたものを用いることができ、また別の構成の光振幅調整器を用いることもでき

る。

### 【0023】

さらに、第1実施形態では、光分岐する手段、および光合波する手段としてそれぞれ多モード干渉光カプラ12、15を用いているが、これはこの構成が小型で安定な光分岐、および光合波を提供できるからである。しかしながら、本発明はこの例に限定されるものでなく、例えば方向性結合器をツリー状あるいはタップ状に接続したものなど、他の光分岐手段、他の光合波手段も用いることができる。

### 【0024】

加えて、第1実施形態では、光遅延導波路アレイ13が光振幅調整部14を備えているとしたが、これはこの構成が作製誤差などを後から補正可能な、および振幅調整量を後から変更可能な光振幅調整を実現できるからである。しかしながら、本発明はこの例に限定されるものではなく、分岐手段である多モード干渉光カプラ12に非等分岐比の光カプラを用いて光振幅調整を実現しても良く、合波手段である多モード干渉光カプラ15に非等合波比の光カプラを用いて光振幅調整を実現しても良く、この両者を用いて光振幅調整を実現しても良く、さらに上記のいずれかあるいは両方と光遅延導波路アレイ13に備えた光振幅調整部14を併用しても良い。

### 【0025】

次に、第1実施形態の光信号処理装置の動作について、図面を用いて詳細に説明する。図3は、第1実施形態の光信号処理装置により光パルス列の認識を行った例を示したである。ここでは入力光パルス列が5ビットからなる信号 $[a_4, a_3, a_2, a_1, a_0]$ であるとする（各ビットの値は1ないしは0である）。

### 【0026】

第1実施形態の光信号処理装置では、まず、この入力光パルス列が、多モード干渉光カプラ12により分岐される。続いて各光パルス列は、遅延導波路アレイ13により、タイムスロットを単位としてそれぞれ遅延される。遅延を受けた光パルス列は、多モード干渉光カプラ15により合波されて、所定のタイムスロット領域が光ゲートにより抜き出される。このとき、光遅延導波路アレイ13の振

幅調整量をそれぞれ  $[2^4, 2^3, 2^2, 2^1, 2^0]$  とすると、光ゲート16を出力する光強度は次のように表わされる。

【0027】

【数1】

$$S = \left| \frac{1}{5} (2^4 a_4 + 2^3 a_3 + 2^2 a_2 + 2^1 a_1 + 2^0 a_0) \right|^2 \dots (1)$$

この数1の式より、出力信号Sの振幅は入力信号をデジタル-アナログ変換したのになっていることが分かる。従来、光パルス列の内容を認識するためには光パルス列の各パルスを逐次電気信号に直す必要があったが、第1実施形態の構成によれば光信号を光の領域でデジタル-アナログ変換できるので、光パルス列よりも遅い電気処理装置により光パルスを確認することができる。

【0028】

なお、図3ではすべてのビットの内容を確認する例を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、光パルス列の一部だけを確認することも可能である。

【0029】

例えば、図1で各光遅導波路アレイ13の振幅調整量をそれぞれ  $[2^2, 0, 2^1, 0, 2^0]$  とすれば、第1、第3、および第5ビットの内容をデジタルアナログ変換して得ることができる。

【0030】

さらに、以上では振幅調整量を  $[2^4, 2^3, 2^2, 2^1, 2^0]$  とすべて異なるように設定するとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の組み合わせでももちろん構わない。例えば  $[1, -1, 1, -1, 1]$  のように設定すれば（負符号は位相変調により実現される。）、データ列の奇数番目に含まれるビット数と、偶数番目に含まれるビット数とを比較することができ、パリティチェック装置として用いることができる。

【0031】

このように、第1実施形態の光信号処理装置によれば、入力された光信号を複数に分岐する光分岐手段と、遅延量の異なる光遅延導波路アレイと、光遅延導波

路アレイに導かれた光信号の振幅を調整する光振幅調整手段と、各光遅延導波路アレイからの光信号を合波する光合波手段と、光信号を時間軸上でゲートする光ゲートを用いているので、入力された光信号の値を光領域でデジタル-アナログ変換することが可能となり、比較的遅い電気装置で高速な光信号を取り扱う光信号処理装置を提供できる。

## 【0032】

## (実施例1)

図4は、第1実施形態の実施例1の光信号処理装置の構成を示す図である。

本実施例1の光信号処理装置は、図1に示す第1実施形態の光信号処理装置と同じ構成要素で形成されるが、光ゲート16は基板10上に配設されておらず基板20の外に個別部品として設けられている。このような構成でも、図1に示す第1実施形態の光信号処理装置と同様に光パルス列の認識を行うことができる。

## 【0033】

図4に示す本実施例1の光信号処理装置の構成では、光ゲート16を基板上に配置しないことから、光ゲート16として半導体光スイッチ、導波路型非線形ループミラー、誘電体光スイッチなどに加えて、光ファイバ型非線形ループミラーなど、様々なデバイスを用いることができる。

## 【0034】

## (実施例2)

図5は、第1実施形態の実施例2の光信号処理装置の構成を示す図である。

本実施例2の光信号処理装置は、図1に示す第1実施形態の光信号処理装置と同じ構成を有するが、光遅延導波路アレイ13の中間点にTE/TM変換器18が挿入されている。

## 【0035】

このようにすると、光遅延導波路アレイ13が複屈折を有している場合にも、装置全体としては偏波依存性のない動作を実現することができる。

## 【0036】

## (実施例3)

図6は、第1実施形態の実施例3の光信号処理装置の構成を示す図である。

本実施例 3 の光信号処理装置は、図 1 に示す第 1 実施形態の光信号処理装置と同じ構成を有するが、光ゲート 1 6 が合波を行う多モード干渉光カプラ 1 5 の後ではなく、光遅延導波路アレイ 1 3 のそれぞれに設置されている。このようにしても、図 1 の本発明の第 1 実施形態と全く同じ機能を提供することができる。

## 【 0 0 3 7 】

さらに、この場合には、それぞれの光ゲート 1 6 の利得（あるいは損失）を調整することで振幅調整機能を備えさせることができる。

## 【 0 0 3 8 】

ただし通常、光ゲート 1 6 において利得（あるいは損失）を調整すると光の位相シフト量も変化するので、本実施例 3 の光信号処理装置ではこれを補償するための位相調整器 1 9 をそれぞれの光遅延導波路アレイ 1 3 に設けている。この位相調整器 1 9 により、光の位相シフトを補償できる。

## 【 0 0 3 9 】

なお、振幅調整に伴う位相シフトを考慮して光遅延導波路アレイ 1 3 を設計すれば、このような位相調整器 1 9 を用いなくてもよい。

## 【 0 0 4 0 】

なお、図 6 に示す本実施例 3 の光信号処理装置では光ゲート 1 6 により振幅調整機能を実現するとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば図 7 に示すように、各光遅延導波路アレイ 1 3 に光ゲート 1 6 とともに振幅調整器 1 4 を配置しても構わない。

## 【 0 0 4 1 】

## （第 2 実施形態）

図 8 に本発明の第 2 実施形態に係る光信号処理装置の構成を示す。

図 8 に示すように、第 2 実施形態の光信号処理装置は、基板 2 0 上に、入力用光導波路 2 1 と、入力された光信号を分岐する多モード干渉光カプラ 2 2 と、分岐された光信号に遅延を与える第 1 の光遅延導波路アレイ 2 3 と、第 1 の光遅延導波路アレイ 2 3 に設けられた光ゲート 2 と、第 1 の光遅延導波路アレイ 2 3 を入力とする  $N \times N$  光スイッチ 2 5 と、 $N \times N$  光スイッチ 2 5 の出力に接続された第 2 の光遅延導波路アレイ 2 6 と、第 2 の光遅延導波路アレイ 2 6 に設けられた

位相調整器 27 と、第 2 の光遅延導波路アレイ 26 からの光信号を合波する多モード干渉光カプラ 28 と、多モード干渉光カプラ 28 の出力ポートに接続された出力用光導波路 29 とを備える。

#### 【0042】

ここで、第 2 実施形態では、光分岐する手段、および光合波する手段としてそれぞれ多モード干渉光カプラ 22、28 を用いているが、これはこの構成が小型で安定な光分岐、および光合波を提供できるからである。しかしながら、本発明はこの例に限定されるものでなく、例えば方向性結合器をツリー状あるいはタップ状に接続したものなど、他の光分岐手段、他の光合波手段も用いることができる。

#### 【0043】

図 8 に示す第 2 実施形態の  $N \times N$  光スイッチ 25 の構成例を図 9 に示す。図 9 に示すように、 $N \times N$  光スイッチ 25 は、ノンブロッキング構成のマトリクススイッチとなっている。図 9 のマトリクススイッチでは、①～⑤の入力ポートと A～E の出力ポートを備え、両者がクロスするように配置されている。それぞれの交点にはマッハツェンダ型光スイッチ 41 の熱光学スイッチが配置されており、それぞれのスイッチの状態に応じて、①～⑤の入力ポートに入力された光信号は、スイッチの状態に応じて A～E の出力ポートへとそれぞれ接続される。ここで、図 9 に示す  $N \times N$  光スイッチ 25 は熱光学を用いて実現されとしたが、これはこの構成が安定で小型なスイッチを実現できるからである。しかしながら、本発明はこの例に限定されるものではなく、電気光学効果を用いたスイッチ、マイクロマシンを用いたスイッチ、光-光変調を用いたスイッチなど、他のスイッチング手法によっても実現できる。

#### 【0044】

さらに、図 9 に示す  $N \times N$  光スイッチ 25 ではスイッチをノンブロッキング構成としたが、これはこの構成が他の接続状態に影響を与えずにスイッチの状態を切り替えられるからである。しかしながら本発明はこの例に限定されるものではなく、ノンブロッキングな構成でなくとも実現できる。

#### 【0045】

次に、第2実施形態の光信号処理装置の動作について、図面を用いて詳細に説明する。図10は、図8に示す第2実施形態に係る光信号処理装置により、時間軸上で多重化された光信号の入れ替えを行った例を示した図である。

## 【0046】

今、5系列の光信号 $[b_4, b_3, b_2, b_1, b_0]$ が時間軸上で多重化されているとする。このとき入力信号は、第1の多モード干渉光カプラ22により分岐され、第1の遅延導波路アレイ23によりそれぞれタイムスロットずつ遅延を受ける。

続いて、それぞれの光信号はゲート24により各系列の信号が同じタイミングとなるように切り出される。

## 【0047】

多重分離された光信号は、続いて $N \times N$ 光スイッチ25へと導かれる。 $N \times N$ 光スイッチ25では、スイッチの状態に従って、各信号系列が第2の光遅延導波路アレイ26の各光遅延導波路へと、所望の組み合わせで導かれる。その後、各信号系列はそれぞれタイムスロットずつ遅延を受けて、合波用の多モード干渉光カプラ28で合波されて出力用光導波路29へと導かれる。

## 【0048】

この結果、入力信号は時間軸上で入れ替えられて、例えばこの場合には $[b_3, b_1, b_2, b_0, b_4]$ となって、出力用光導波路29から得られる。

## 【0049】

従って、本発明の第2実施形態に係る光信号処理装置によれば、時間軸上で多重化された光信号を光のまま、タイムスロットを入れ替えるなどの処理を行うことができる。

## 【0050】

なお、本発明の第2実施形態の光信号処理装置においても、図5のように光遅延導波路アレイ23、26の中途にTE/TM変換器を挿入すると、偏波無依存な動作を得ることが可能である。

## 【0051】

以上、詳細に説明したように、第2実施形態の光信号処理装置によれば、入力

された光信号を複数に分岐する光分岐手段と、遅延量の異なる光遅延導波路アレイと、光遅延導波路アレイに導かれた光信号を時間軸上でゲートする光ゲートと、ゲートされた光信号を入れ替える光スイッチと、光スイッチで入れ替えられた光信号にそれぞれ遅延を与える光遅延導波路アレイと、遅延を受けた光信号を合波する光合波手段とを用いているので、入力された時間多重された光信号のスロットを入れ替えるなどの処理が可能となり、光領域で高速な光信号を取り扱う光信号処理装置を提供できる。

#### 【0052】

以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

#### 【0053】

##### 【発明の効果】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

#### 【0054】

本発明の光信号処理装置によれば、入力された光信号を複数に分岐し、その分岐された光信号をそれぞれ異なる量に遅延させ、かつ光信号の振幅を調整してそれら光信号を合波し、光信号を時間軸上でゲートすることにより、入力された光信号の値を光領域でデジタル－アナログ変換することが可能となり、比較的遅い電気装置で高速な光信号を取り扱うことができる。

#### 【0055】

また、入力された光信号を複数に分岐し、それぞれを異なる量に遅延させ、それぞれの光信号を時間軸上でゲートし、そのゲートされた光信号を入れ替え、その入れ替えられた光信号をそれぞれ遅延させ、遅延を受けた光信号を合波することにより、入力された時間多重された光信号のスロットを入れ替えるなどの処理が可能となり、光領域で高速な光信号を取り扱うことができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の第一実施形態に係る光信号処理装置の構成を示す図である。

【図 2】

光振幅調整装置の構成例を示す図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施形態に係る光信号処理装置の動作を説明するための図である。

【図 4】

実施例 1 の光信号処理装置の構成を示す図である。

【図 5】

実施例 2 の光信号処理装置の構成を示す図である。

【図 6】

実施例 3 の光信号処理装置の構成を示す図である。

【図 7】

実施例 3 の光信号処理装置の変形例の構成を示す図である。

【図 8】

本発明の第 2 実施形態に係る光信号処理装置の構成を示す図である。

【図 9】

N×N 光スイッチの構成例を示す図である。

【図 10】

本発明の第 2 実施形態に係る光信号処理装置の動作を説明するための図である。

【図 11】

従来の信号処理装置の例を示した図である。

【符号の説明】

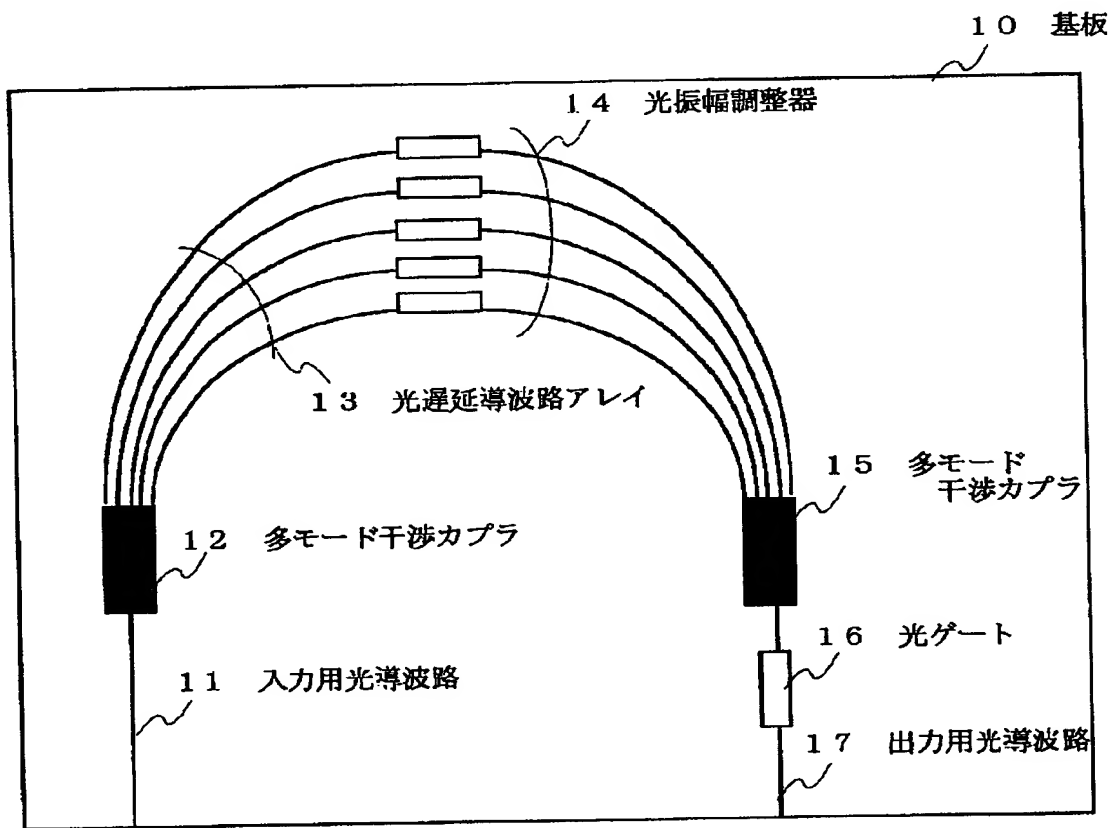
10…基板、11…入力用光導波路、12…多モード干渉光カプラ、13…光遅延導波路アレイ、14…光振幅調整部、15…多モード干渉光カプラ、16…光ゲート、17…出力用光導波路、18…TE/TM変換器、19…位相変調器、20…基板、21…入力用光導波路、22…多モード干渉光カプラ、23…光遅延導波路アレイ、24…光ゲート、25…N×N光スイッチ、26…光遅延導波

路アレイ、27…位相調整器、28…多モード干渉光カプラ、29…出力用光導波路、40…薄膜ヒータ、41…マッハツェンダ型光スイッチ、110…光タップ、111…光・電気変換回路、112…電子回路。

【書類名】 図面

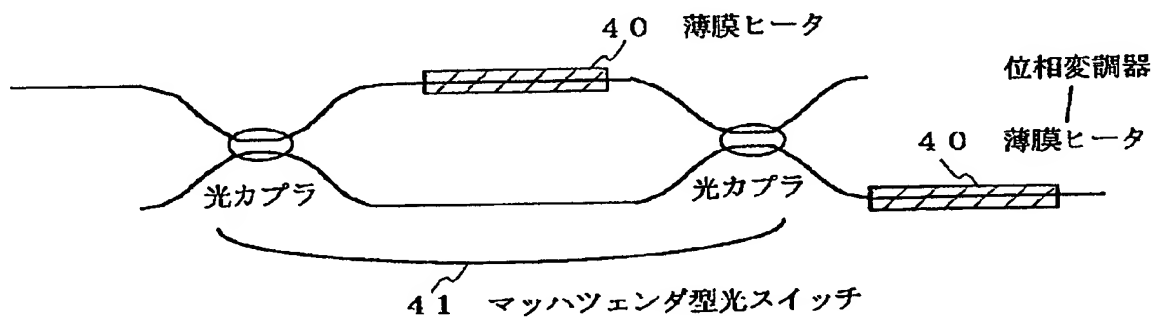
【図 1】

図 1



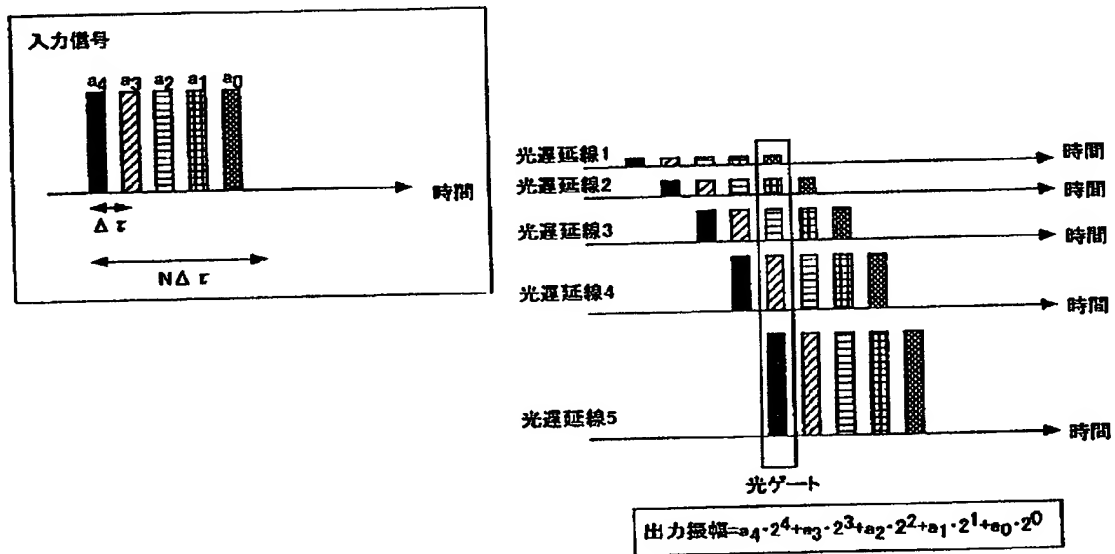
【図 2】

図 2



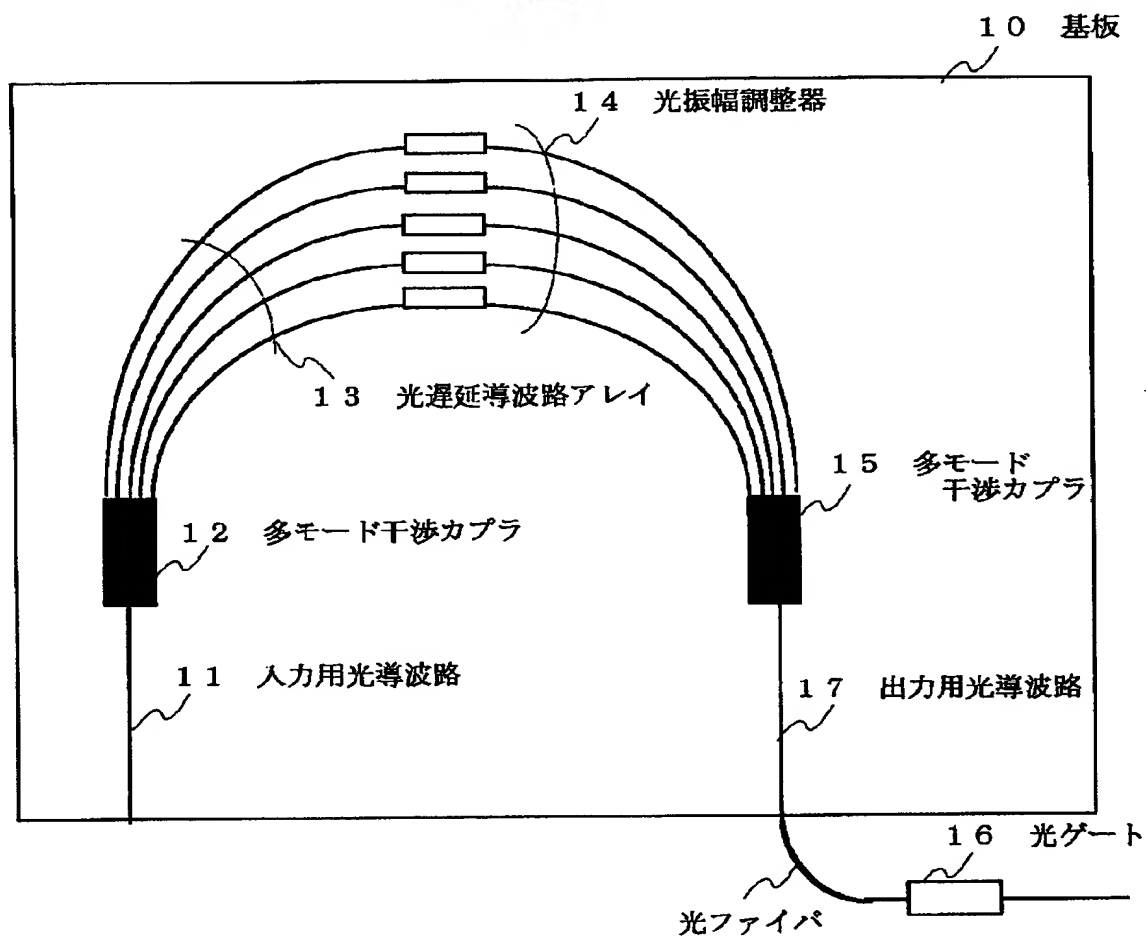
【図 3】

図 3



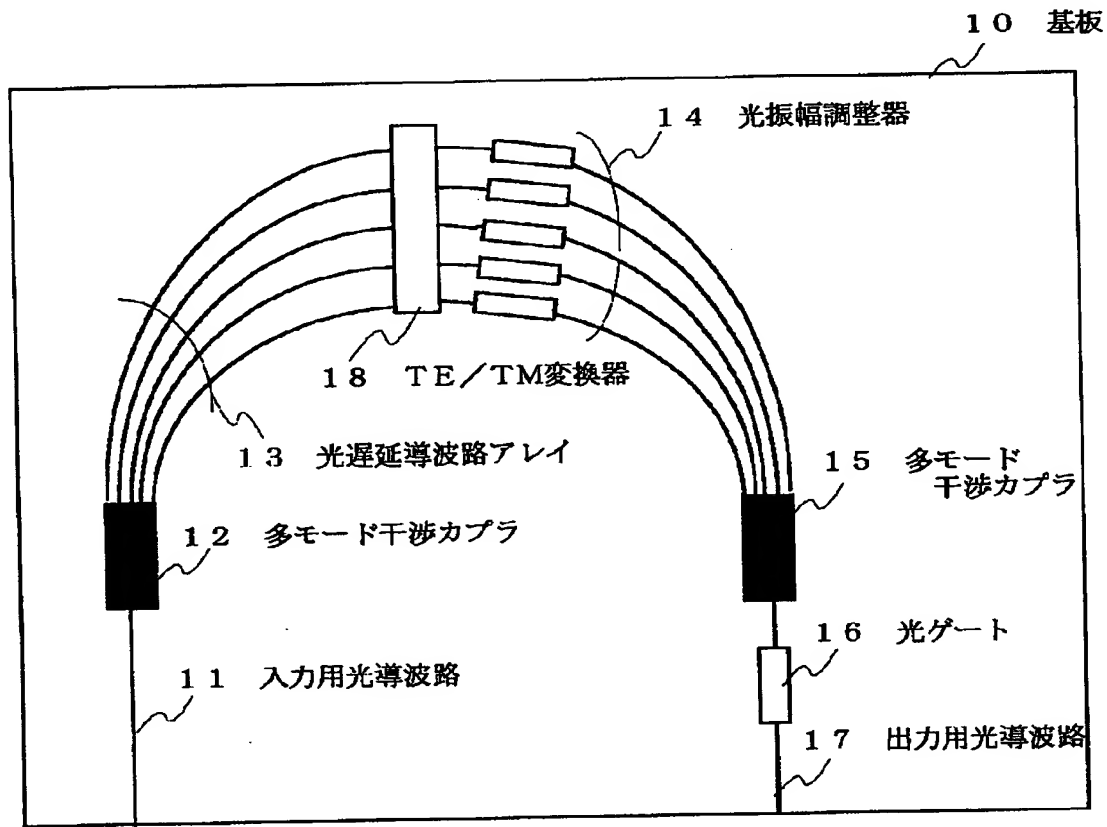
【図4】

図 4



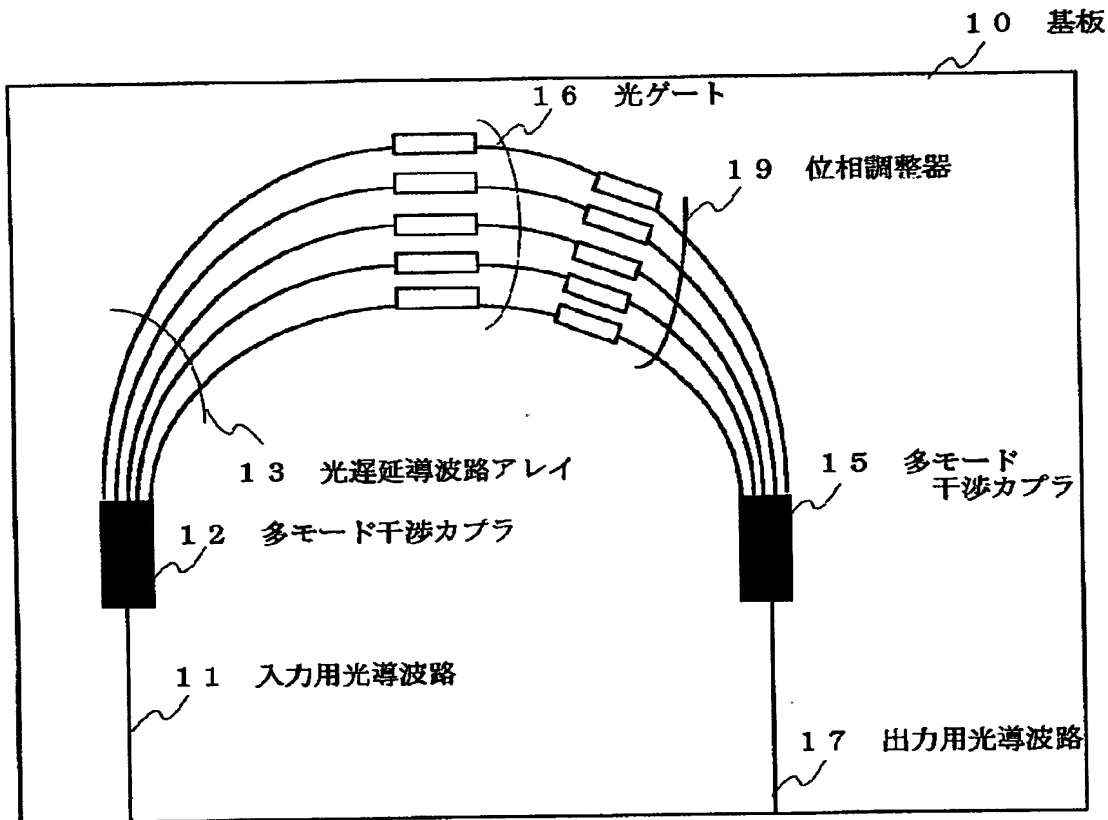
【図5】

図 5



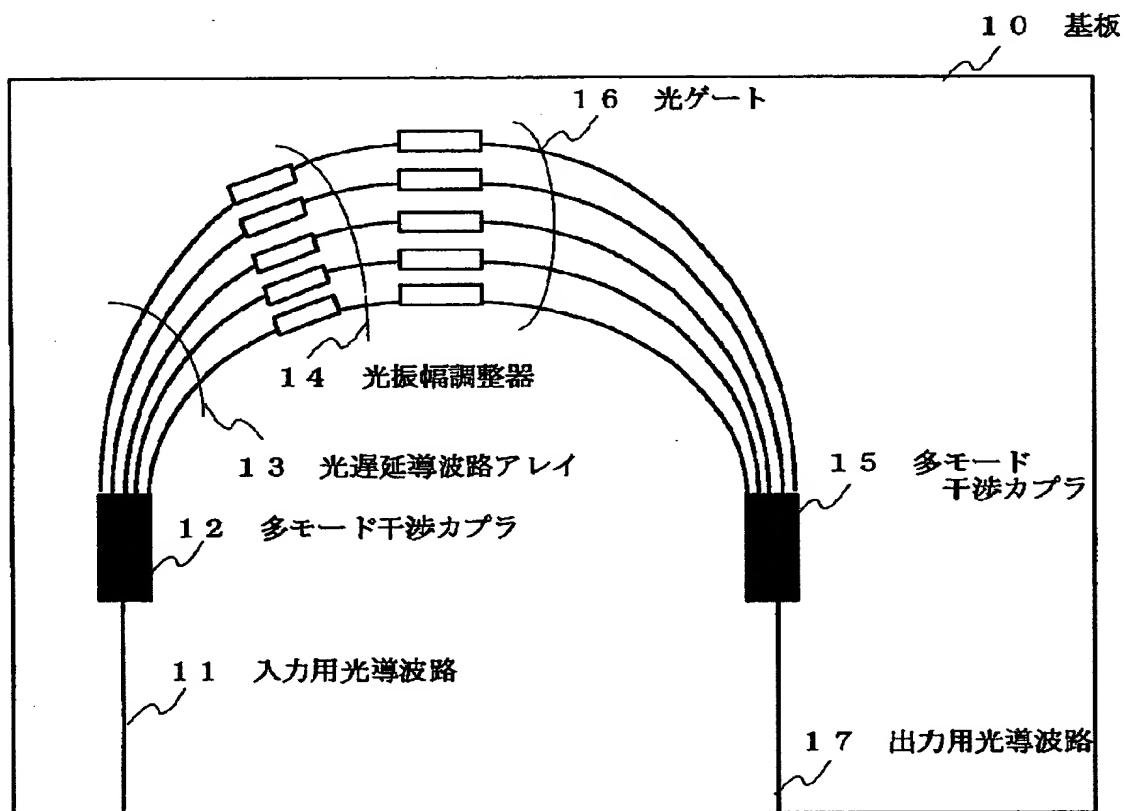
【図 6】

図 6



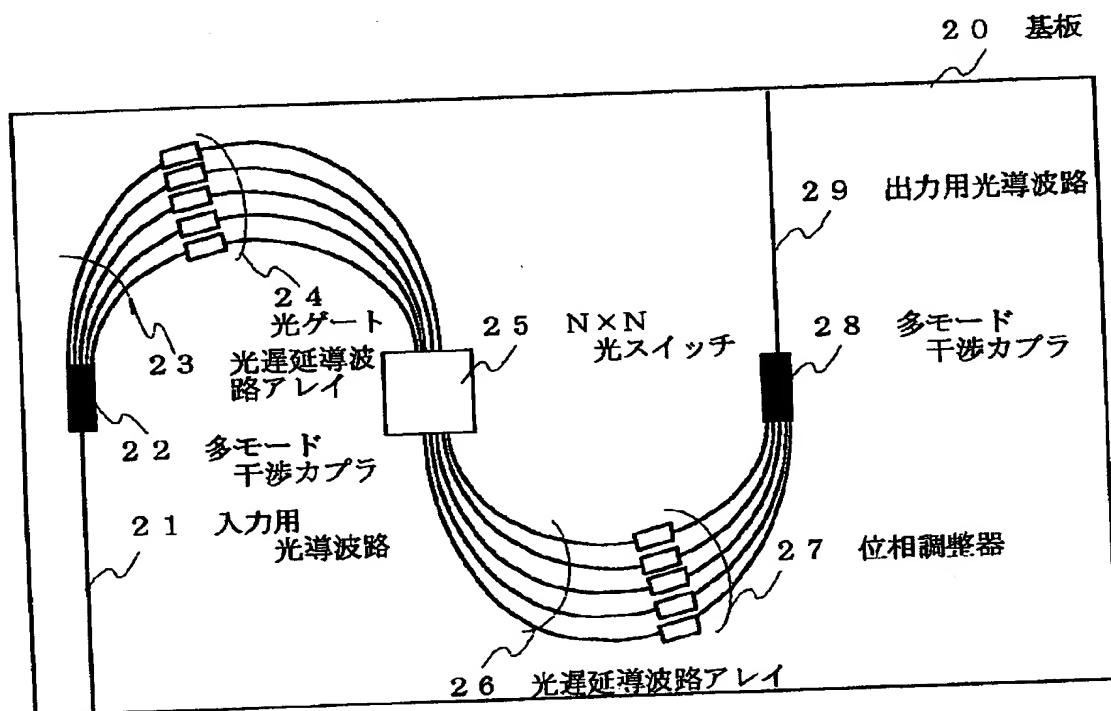
【図 7】

図 7

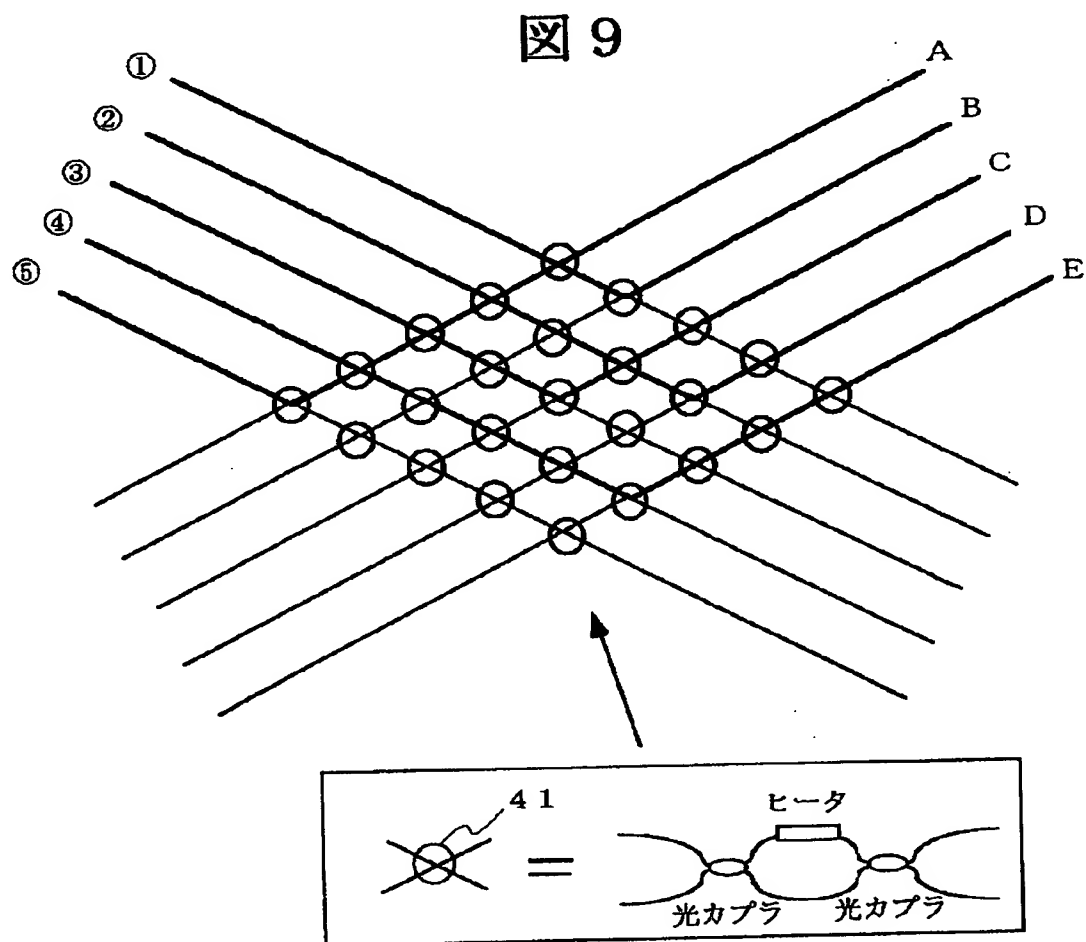


【図 8】

図 8

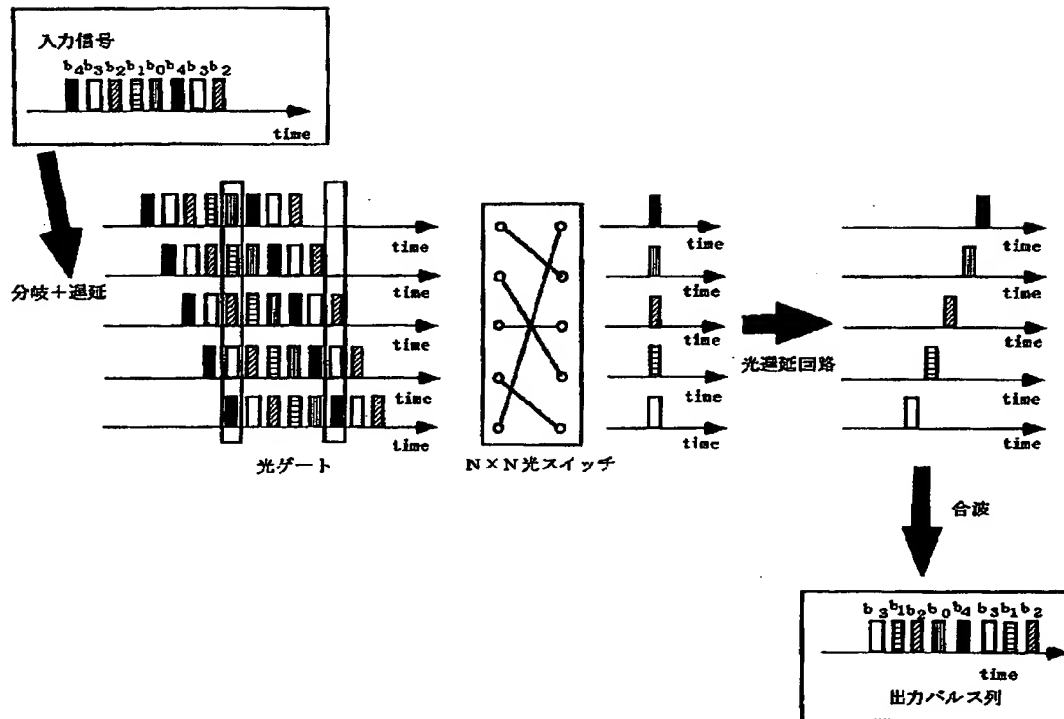


【図9】



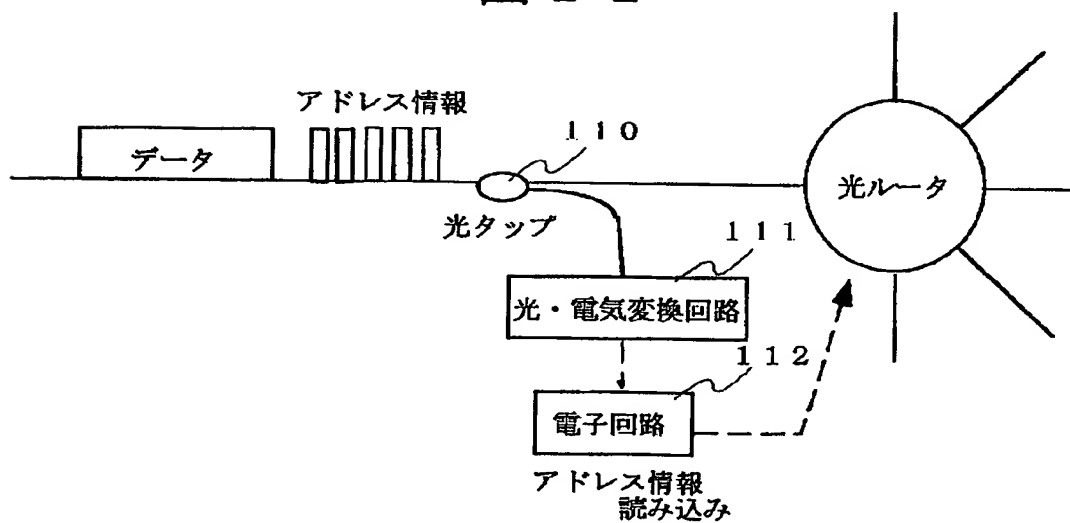
【図10】

図10



【図11】

図11



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    光信号から宛先などの情報を読み取る光信号処理を高速に行うこと。

【解決手段】    基板上に、入力用光導波路と、前記入力用光導波路に入力された光を $N$ （ $2$ 以上の整数）に分岐する光分岐手段と、前記光分岐手段の各出力ポートに接続され、異なる遅延時間を与える $N$ 本の光遅延導波路アレイと、前記 $N$ 本の光遅延導波路アレイからの各々の光信号を合波する光合波手段と、前記光合波手段の出力ポートに接続された出力用光導波路とを備え、前記光分岐手段、前記遅延導波路アレイ、および前記光合波手段の少なくともいずれかが光振幅調整手段を備え、前記光合波手段の後の基板上、ないしは記出力用光導波路の後に光ゲートを備える光信号処理装置である。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1999年 7月15日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏 名 日本電信電話株式会社